

ANALISIS PROKSIMAT, SENYAWA FENOLIK, SIFAT ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI KULIT BUAH *Lepisanthes alata*

[Proximate Analysis, Phenolic Content, Antioxidative and Antibacterial Activity of *Lepisanthes alata* Fruit Skin]

Anton Rahmadi*, Yuliadini Puspita, Desy Nursayekti, Ira Sintia Sinaga, Rica Oktalina, Herry Setiawan, dan Wiwit Murdianto

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Samarinda

Diterima 27 Mei 2016 / Disetujui 13 Desember 2016

ABSTRACT

Bengalun (Lepisanthes alata) is a rare and under-reported fruit native from the forests of Borneo. This fruit is non-seasonal with a thick skin and crimson color, therefore shows potential to be used as raw material for herbal tea. This research was conducted in three phases, namely: (1) to report proximate portions of seed, flesh and skin of the fruit, (2) to find the best combination of time and temperature of fruit skin drying, and (3) to explore the potential antioxidant and antibacterial capacity of fruit skin extracts produced in step (2). Proximate analysis carried out following oven-drying (60°C, 12 hours) and sun-drying (8 hours). Combination of oven temperature (40, 50, 60°C) and time (8, 10, 12 hours) was given to find the best drying treatment in terms of vitamin C, total phenols and anthocyanins. Anthocyanins levels approached qualitatively by red color absorbance ($\lambda=545$ nm). The antioxidative capacity was approached with DPPH assay. Inhibition zones were measured against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Best drying treatment was at 60°C for 8 hours with moisture content of $6.73\pm0.18\%$, vitamin C of 76.9 ± 3 mg/100 g, total phenols of 1112 ± 8 mg GAE/kg, and red color absorbance of 0.259 ± 0.060 . The average IC_{50} antioxidant activity for the fruit skin extracts was 252.83 ± 1.38 ppm. Ethanolic extract produced inhibition zones from 10.76% (1.0 mg extract/50 μ L) to 22.77% (1.5 mg extract/50 μ L), when compared to the positive control. Aquadest extract produced inhibition zones ranging from 7.99% (0.5 mg/50 μ L) to 11.00% (1.5 mg/50 μ L). N-hexane extracts showed no antibacterial activity.

Keywords: antibacterial properties, antioxidant, *Lepisanthes alata*, proximate analysis, vitamin C

ABSTRAK

Bengalun (*Lepisanthes alata*) merupakan buah eksotis langka dari Kalimantan. Buah ini tergolong dalam keluarga *Sapindaceae* yang merupakan buah non musiman dengan kulit tebal dan berwarna merah tua serta dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku teh herbal. Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu: (1) melaporkan profil proksimat bagian-bagian buah, (2) menemukan kombinasi terbaik dari waktu dan suhu pengeringan bahan baku herbal dari kulit buah, serta (3) mengeksplorasi potensi antioksidan dan antibakteri ekstrak kulit buah hasil pengeringan terbaik. Analisis proksimat dilakukan terhadap bagian-bagian buah yang dikering oven (60°C, 12 jam) dan dikering matahari (8 jam). Kombinasi suhu oven (40, 50, 60°C) dan waktu (8, 10, 12 jam) diberikan untuk mencari bahan baku teh herbal terbaik dilihat dari vitamin C, total fenol, dan antosianin. Kadar antosianin didekati secara kualitatif dengan pengukuran absorbansi warna merah ($\lambda=545$ nm). Kandungan antioksidan didekati dengan metode DPPH. Zona inhibisi ekstrak diukur terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Kulit buah terbaik dihasilkan dari pengeringan 60°C selama 8 jam dengan kadar air $6,73\pm0,18\%$, vitamin C $76,9\pm3$ mg/100 g, total fenolik 1112 ± 8 mg GAE/kg, dan absorbansi warna merah $0,259\pm0,060$. Rata-rata IC_{50} aktivitas antioksidan terhadap DPPH untuk ekstrak kulit buah bengalun hasil pengeringan terbaik adalah $252,83\pm1,38$ ppm. Ekstrak etanolik dari kulit buah menghasilkan zona inhibisi dari 10,76% (1,0 mg ekstrak/50 μ L) menjadi 22,77% (1,5 mg ekstrak/50 μ L), jika dibandingkan dengan kontrol positif. Ekstrak air suling kulit buah menghasilkan zona inhibisi mulai dari 7,99% (0,5 mg/50 μ L) hingga 11,00% (1,5 mg/50 μ L), jika dibandingkan dengan kontrol positif. Ekstrak n-heksana tidak menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *S.aureus* dan *E.coli*.

Kata kunci: antibakteri, antioksidan, *Lepisanthes alata*, proksimat, vitamin C

*Penulis Korespondensi:
E-mail: arahmadi@unmul.ac.id

PENDAHULUAN

Bengalun merupakan tanaman khas tropis dari keluarga *Sapindaceae* yang tumbuh di sepanjang dataran rendah sungai dan hutan tropis hingga ketinggian 500 m (Lim, 2013). Bengalun dikenal sebagai buah rambai merah, *Ngalun*, atau *Keyem* di Kalimantan (Setyowati *et al.*, 2005), atau Belimbing Cina, Ceri Trengganu, dan Pohon Johor di Semenanjung Malaysia (Yeo *et al.*, 2013; Mirfat dan Umi, 2014). Buah bengalun termasuk langka ditemukan dan tidak diperdagangkan, sekalipun tanamannya masih dapat ditemukan di hutan-hutan di wilayah Kalimantan dan Semenanjung Malaysia (Chotimah *et al.*, 2013). Dikarenakan utilisasi yang rendah dan kelangkaannya, publikasi tentang bengalun masih sangat terbatas.

Buah dikonsumsi langsung dan daun muda bengalun dapat digunakan sebagai sayuran. Bengalun diketahui sebagai sumber vitamin C (16 mg/100 g) dan serat (9,5% *dietary fiber*) (Lim, 2013). Keunggulan buah bengalun adalah jumlah buah yang relatif banyak dengan jarak panen dua hingga tiga bulan. Kulit buah bengalun berwarna merah pekat dan cukup tebal. Rasa kulit buah adalah asam, sedikit manis, dan memiliki *after taste* sepat yang cukup kuat. Dilihat dari deskripsinya, kulit buah bengalun dapat menjadi kandidat alternatif teh herbal kaya pigmen merah (kelompok antosianin) khas dari Kalimantan (Gambar 1). Secara tradisional, kulit buah bengalun dapat dikonsumsi sebagai obat dalam bentuk ramuan menyerupai teh herbal.



Gambar 1. Ilustrasi buah bengalun (*Lepisanthes alata*)

Teh herbal merupakan sebutan bagi minuman yang menyerupai teh dari *C. sinensis*. Teh berkembang dengan munculnya produk-produk seperti teh rambut jagung (Harun *et al.*, 2011), teh bunga rosella (Mun'im *et al.*, 2008), teh bunga lotus (Kusumaningrum *et al.*, 2013) serta teh yang terbuat dari kulit buah seperti teh kulit manggis (Simanjuntak, 2014) dan teh kulit buah naga (Purnomo, 2013).

Berdasarkan hasil skrining fitokimia, ekstrak etanol keluarga *Sapindaceae* yang lain yaitu kulit buah langsung, terdapat metabolit sekunder berupa fenol, triterpenoid, tanin, saponin, flavonoid dan

alkaloid. Senyawa-senyawa tersebut memiliki aktivitas antibakteri dengan berbagai mekanisme kerja (Sepdahlia, 2013). Analisis proksimat awal daging buah bengalun telah dilakukan oleh Mirfat dan Umi (2014). Proksimat kandungan bagian-bagian lain dalam buah bengalun belum pernah dilaporkan dalam publikasi, sehingga profil proksimat dari biji, daging, dan kulit buah bengalun yang dikeringkan dengan metode oven dan matahari dilakukan di tahap awal penelitian ini.

Selanjutnya, untuk menghasilkan teh herbal, kulit buah bengalun perlu untuk dikeringkan. Pengerian merupakan salah satu faktor penentu komposisi bahan, utamanya kandungan penyusun aktivitas antioksidan dari golongan fenol, tanin, dan antosianin. Tahap kedua penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu, waktu, serta kombinasi suhu dan waktu pengeringan terhadap kadar air, kandungan vitamin C, total fenol, dan antosianin. Karena standar yang tidak tersedia, kadar antosianin secara kualitatif didekati dengan pengukuran absorbansi warna merah ($\lambda=545$ nm).

Tahap ketiga adalah menguji potensi antioksidan dan antibakteri produk dilihat dari kombinasi suhu dan waktu pengeringan terbaik. Potensi antioksidan didekati dengan reduksi senyawa 1,1-Diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH). Daya hambat ekstrak kulit buah bengalun dengan pelarut etanol 95%, n-heksana, dan akuades diujikan terhadap pertumbuhan bakteri Gram (+) yang diwakili *Staphylococcus aureus* dan bakteri Gram (-) yang diwakili *Escherichia coli*.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah bengalun yang diambil dari kebun koleksi plasma nutfah di Samarinda, Kalimantan Timur. Suspensi bakteri uji *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* diperoleh dari kultur koleksi FMIPA Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur.

Tahapan penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu melaporkan profil proksimat bagian-bagian buah bengalun. Analisis proksimat digunakan di awal untuk membandingkan kulit, daging, dan biji buah bengalun yang dikeringkan oven pada suhu 60°C selama 12 jam dan matahari selama ± 8 jam. Uji T jamak dilakukan untuk membandingkan hasil pengeringan oven dan matahari dengan perangkat lunak GraphPad Prism versi 6. Hasil ini digunakan sebagai data awal dari pemanfaatan kulit buah bengalun.

Tahap kedua adalah menentukan kombinasi suhu dan waktu terbaik pengeringan kulit buah bengalun sebagai bahan baku teh herbal. Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk proses pengeringan kulit buah bengalun dilakukan dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah suhu pengeringan pada tiga taraf yaitu 40, 50, dan 60°C. Faktor kedua adalah lama pengeringan pada tiga taraf yaitu: 8, 10, dan 12 jam. Pengamatan meliputi kadar air, kadar abu, vitamin C, total polifenol, dan absorbansi warna. Data yang diperoleh dianalisis sidik ragam (ANOVA) dengan perangkat lunak GraphPad Prism versi 6. Jika terdapat pengaruh yang berbeda nyata pada taraf α 5%, maka dilakukan uji lanjut perbandingan jamak.

Tahap ketiga adalah analisis potensi antioksidan dengan metode DPPH dan potensi antibakteri kulit buah bengalun. Analisis antibakteri menggunakan RAL faktor tunggal yaitu konsentrasi ekstrak dengan dua kali ulangan untuk masing-masing ekstrak dengan pelarut etanol, akuades, dan n-heksana. Konsentrasi yang digunakan adalah akuades (kontrol negatif), 0,5; 1; dan 1,5 mg ekstrak. Data yang diperoleh dianalisis dengan menghitung rerata zona hambatan dari ketiga ekstrak terhadap pertumbuhan bakteri.

Proses pengolahan teh kulit buah bengalun

Buah bengalun dibersihkan dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel pada kulit buah tersebut. Kemudian dilakukan pengupasan yang menghasilkan daging buah, biji buah, dan kulit buah bengalun. Kulit buah bengalun ditiriskan kemudian dipotong-potong menjadi ukuran $\pm 2-3$ cm. Diambil sebanyak 200 g kulit buah bengalun dan dilakukan pengeringan pada suhu 40, 50, dan 60°C selama 8, 10, dan 12 jam. Dilakukan uji untuk mengetahui kadar air, kadar abu, kadar vitamin C, total fenolik, dan absorbansi warna.

Uji proksimat dan vitamin C

Analisis kadar air, kadar abu, total padatan terlarut (TPT), kadar protein, kadar lemak, dan vitamin C dikerjakan dengan menggunakan metode AOAC (1984) yang disitasi oleh Sudarmaji *et al.* (2007).

Uji kadar antosianin

Analisis kadar antosianin secara kualitatif dilakukan dengan pendekatan pengukuran absorbansi warna merah pada panjang gelombang 545 nm. Sampel ditimbang sebanyak 5 mg dilarutkan dalam tabung dalam 2 mL etanol 95% dalam gelas ukur. Selanjutnya, sampel diukur pada panjang gelombang 545 nm (Genesys 20, Thermo Fisher).

Uji total fenolik (metode Chinedum *et al.*, 2015)

Analisis fenol ini dilakukan secara spektrofotometri dengan menggunakan metode Folin-Ciocalteu dan sebagai pembanding digunakan asam galat (Sigma-Aldrich, USA). Kandungan total fenolat dalam kulit buah bengalun dinyatakan dalam *gallic acid equivalent* (GAE). Sampel ditimbang sebanyak 5 mg dilarutkan dalam tabung dalam 2 mL etanol 95%. Selanjutnya, ditambahkan 5 mL aquades dan 0,5 mL reagen Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich, USA) 50% (v/v). Sampel didiamkan selama 5 menit dan ditambahkan larutan Na_2CO_3 (Sigma-Aldrich, USA) 5% (b/v) sampai volume total mencapai 10 mL. kemudian larutan tersebut dihomogenkan dalam ruang gelap selama 1 jam. Setelah homogen, larutan tersebut diukur absorbansinya pada panjang gelombang 752 nm.

Uji aktivitas antioksidan metode DPPH (Shekhar *et al.*, 2014)

Uji aktivitas antioksidan dilakukan secara spektrofotometri dengan mengukur penghambatan reduksi DPPH (Sigma Aldrich, USA). Sebanyak 1 mL konsentrasi yang berbeda dari ekstrak ditambahkan ke 1 mL DPPH (0,15 mM dalam etanol) dan pada saat yang sama, kontrol yang terdiri atas DPPH 1 mL dengan 1 mL etanol disiapkan. Campuran reaksi dicampur dengan baik dengan tangan lalu diinkubasi dalam keadaan gelap pada suhu ruang ($30 \pm 2^\circ\text{C}$) selama 30 menit. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 517 nm, dimana etanol digunakan sebagai blanko. Nilai IC_{50} aktivitas antioksidan ditentukan dengan menggunakan regresi linier pada konsentrasi 31,25; 62,5; 125; 250; dan 500 ppm. Pengamatan dilakukan secara duplo dengan dua kali ulangan.

Uji aktivitas antimikroba

Sebanyak 200 g sampel bubuk kulit buah bengalun pada kombinasi suhu dan waktu pengeringan terpilih diekstraksi dengan metode maserasi dalam 500 mL pelarut yang berbeda yaitu etanol 95%, n-heksana (Merck, USA) dan akuades selama 48 jam pada suhu ruang ($30 \pm 2^\circ\text{C}$) sambil dilakukan beberapa kali pengadukan. Filtrat kulit buah bengalun dipekatkan dengan oven pada suhu 60°C hingga didapatkan ekstrak pekat kulit buah bengalun (± 6 jam). Uji aktivitas antimikroba dilakukan dengan metode sumur difusi seperti yang dikerjakan oleh Rahmadi *et al.* (2013).

Bakteri Gram (+) dan bakteri Gram (-) yang digunakan adalah *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Sebanyak 1 mL suspensi (1×10^4 CFU/mL) *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* diinokulasikan ke dalam masing-masing cawan petri yang di dalamnya terdapat 5 buah pencadangan steril. Kemudian, medium *nutrient agar* (NA) (Accumedia, USA) bersuhu hangat ($\pm 50^\circ\text{C}$) dituangkan ke dalam

cawan petri sebanyak ± 25 mL. Kemudian agar dihomogenkan dan dibiarkan sampai mengeras. Setelah media mengeras, pencadangan tersebut dicabut dengan menggunakan pinset steril, sehingga terbentuk lubang sumur pada media. Setiap cawan petri yang memiliki lima lubang sumur yang masing-masing ditambahkan 50 μ L akuades steril (kontrol negatif), antibakteri tetrasiklin (Kimia Farma) (kontrol positif) 0,5 mg/50 μ L, dan ekstrak kulit buah bengalun dari setiap jenis pelarut dengan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu: 0,5; 1; dan 1,5 mg. Cawan petri diinkubasikan pada suhu 37°C selama 24 jam. Pengamatan dilakukan dengan mengukur diameter areal bening yang terbentuk di sekeliling sumur sebanyak dua kali untuk diambil rata-ratanya. Pengamatan dilakukan secara duplo dengan dua kali ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proksimat bagian buah bengalun

Pembahasan proksimat kulit dan biji buah dari keluarga *Sapindaceae* masih sangat terbatas. Kulit buah Bengalun memiliki kadar air berkisar antara $15,43 \pm 0,34$ dan $17,16 \pm 0,10\%$, lemak $2,39 \pm 0,17\%$, protein antara $4,29 \pm 0,16$ dan $5,30 \pm 0,12\%$, kadar abu antara $0,10 \pm 0,01$ dan $0,39 \pm 0,06\%$, dan TPT adalah berkisar $2,03 \pm 0,05$ °Brix (Tabel 1). Dibandingkan dengan biji dan daging buah, kandungan lemak, protein, dan kadar air kulit buah bengalun lebih tinggi. Hasil proksimat untuk daging buah bengalun tidak jauh berbeda dengan yang disampaikan oleh Mirfat dan Umi (2014).

Biji buah bengalun memiliki kadar air berkisar antara $7,26 \pm 0,18$ dan $8,19 \pm 0,12\%$, lemak $0,32 \pm 0,02\%$, protein antara $1,27 \pm 0,13$ dan $3,16 \pm 0,15\%$, kadar abu $0,39 \pm 0,06\%$, dan TPT adalah berkisar $1,1 \pm 0,15$ °Brix (Tabel 1). Kecuali kadar protein dan kadar air, tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisis proksimat dan TPT antara biji buah bengalun yang dikeringmataharikan dengan

yang di oven pada suhu 60°C. Bila dibandingkan dengan keluarga *Sapindaceae* yang sama, biji buah leci memiliki kadar air $19,3 \pm 0,05\%$, lemak $0,6 \pm 0,06\%$, protein antara $3,98 \pm 0,06$ dan $5,4 \pm 0,26\%$, kadar abu antara $1,53 \pm 0,07$ dan $1,8 \pm 0,16\%$, serat antara $8,32 \pm 0,32$ dan $9,98 \pm 0,22\%$, serta total karbohidrat *by difference* antara 70,88 dan 72,9% (Luzia dan Jorge, 2011; Wisitsak *et al.*, 2012). Data pada Tabel 2 menginformasikan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan, semakin rendah kadar air. Akan tetapi, kadar air cenderung sama untuk waktu pengeringan yang berbeda (Tabel 3). Ini disebabkan waktu pengeringan tercepat sudah cukup untuk mengurangi sebagian besar air yang terkandung di dalam kulit buah bengalun.

Vitamin C kulit buah bengalun

Vitamin C kulit buah bengalun relatif hampir sama pada kisaran $55,7 \pm 11,5$ hingga $85,6 \pm 2,5$ mg/100 g (Tabel 4). Kandungan vitamin C dipengaruhi oleh proses dan metode pengeringan. Santos dan Silva (2008) menyatakan bahwa pengeringan akan menyebabkan perubahan konsentrasi vitamin C, dengan retensi terbaik diperoleh pada pengeringan dengan pembekuan (*freeze drying*). Proses pengeringan matahari yang banyak dilakukan akan memberikan efek penurunan vitamin C sebagai akibat paparan cahaya ultraviolet dan inframerah yang mengoksidasi sebagian vitamin C (Zhou *et al.*, 2016). Vitamin C termasuk komponen yang labil dan menjadi indikator degradasi antioksidan larut air. Vega-Gálvez *et al.* (2009) menyatakan bahwa penurunan kadar vitamin C adalah disebabkan degradasi oksidatif yang *irreversible*. Paparan suhu pengeringan dimulai dari 50°C akan mengurangi kadar vitamin C hingga 75% pada buah *blueberry* (Lopez *et al.*, 2010). Kinetika penurunan kadar vitamin C pada kombinasi waktu dan suhu pengeringan mengikuti persamaan ordo pertama dengan faktor utama adalah suhu (Marfil *et al.*, 2008).

Tabel 1. Hasil analisis proksimat dan TPT pada berbagai bagian buah bengalun dengan metode pengeringan oven dan matahari

Bagian Buah	Metode Pengeringan	TPT (°Brix)	Lemak (%)	Protein (%)	Air (%)	Abu (%)
Kulit	Oven	$2,03 \pm 0,05$	$2,39 \pm 0,17$	$5,30 \pm 0,12^*$	$15,43 \pm 0,34^*$	$0,10 \pm 0,01$
	(60°C, 12 jam)					
	Matahari	$2,00 \pm 0,01$	$2,28 \pm 0,18$	$4,29 \pm 0,16$	$17,16 \pm 0,10$	$0,39 \pm 0,06$
	(± 8 jam)					
Biji	Oven	$1,10 \pm 0,15$	$0,33 \pm 0,03$	$3,16 \pm 0,15^*$	$7,26 \pm 0,18^*$	$0,38 \pm 0,06$
	(60°C, 12 jam)					
	Matahari	$1,00 \pm 0,01$	$0,32 \pm 0,02$	$1,27 \pm 0,13$	$8,19 \pm 0,12$	$0,39 \pm 0,06$
	(± 8 jam)					
Daging	Oven	$3,00 \pm 0,01$	$1,33 \pm 0,10$	$2,29 \pm 0,18$	$5,85 \pm 0,66$	$0,51 \pm 0,07$
	(60°C, 12 jam)					
	Matahari	$3,00 \pm 0,01$	$1,20 \pm 0,07$	$2,28 \pm 0,19$	$7,24 \pm 0,07$	$0,46 \pm 0,04$
	(± 8 jam)					

Keterangan: *Menandakan berbeda nyata dalam uji T perbandingan jamak

Pada pengukuran vitamin C kulit buah bengalun, didapatkan hasil bahwa pengeringan pada kombinasi suhu dan waktu dimaksud menghasilkan nilai vitamin C yang tidak berbeda nyata. Ini diduga karena heterogenitas usia panen sampel yang kurang merata. Kadar vitamin C dalam pengolahan pasca panen dapat dipengaruhi oleh heterogenitas sampel, kadar air, pengelupasan kulit, dan perendaman awal (Marfil *et al.*, 2008).

Tabel 2. Pengaruh suhu pengeringan terhadap kadar air, abu, vitamin C, fenol, dan absorbansi warna pada kulit buah bengalun

Suhu Pengeringan	K. Air (%)	Vit. C (mg/100 g)	Fenol (mg GAE/Kg)	Abs. Warna ($\lambda=545$ nm)
Oven (40°C)	7,58±0,09 ^a	65,2±11,4 ^a	793±65 ^a	0,164±0,073 ^a
Oven (50°C)	6,91±0,37 ^{ab}	80,4±7,48 ^a	970±93 ^b	0,212±0,007 ^a
Oven (60°C)	6,00±0,63 ^b	79,5±2,6 ^a	1011±105 ^b	0,252±0,007 ^a
Rata-rata	6,83±0,78 ^{ab}	75±10,1 ^a	925±129 ^{ab}	0,209±0,053 ^a

Keterangan: Angka yang sama menandakan tidak berbeda nyata pada taraf α 5%

Tabel 3. Pengaruh waktu pengeringan terhadap kadar air, abu, vitamin C, fenol, dan absorbansi warna pada kulit buah bengalun

Waktu Pengeringan	K. Air (%)	Vit. C (mg/100 g)	Fenol (mg GAE/Kg)	Abs. Warna ($\lambda=545$ nm)
Oven (8 jam)	7,19±0,41 ^a	68,1±11,1 ^a	895±181 ^a	0,183±0,092 ^a
Oven (10 jam)	6,65±1,03 ^a	75,7±12,2 ^a	905±61 ^b	0,216±0,030 ^a
Oven (12 jam)	6,66±0,96 ^a	81,2±3 ^a	974±124 ^a	0,228±0,015 ^a
Rata-rata	6,83±0,78 ^a	75±10,1 ^a	925±129 ^{ab}	0,209±0,053 ^a

Keterangan: Angka yang sama menandakan tidak berbeda nyata pada taraf α 5%

Antosianin dan polifenol kulit buah bengalun

Antosianin termasuk dalam komponen pembentuk warna merah dan termasuk dalam kelompok flavonoid. Komponen antosianin digunakan sebagai pewarna alami, dapat diambil dari buah-buahan maupun umbi-umbian, diantaranya kulit manggis, kulit rambutan (Basitah, 2015), dan kunyit (Chinedum *et al.*, 2015). Sebagai bagian dari kelompok tanin tidak terkondensasi, antosianin diharapkan dapat menjadi antioksidan alami yang berperan dalam pencegahan penyakit akibat radikal bebas. Dalam penelitian ini, perubahan warna (pigmen antosianin) diamati pada ekstrak etanolik dari kulit buah bengalun dapat deteksi secara kualitatif pada

panjang gelombang 545 nm (Gokilamani *et al.*, 2013). Ekstrak etanolik bengalun memiliki absorbansi warna 0,081±0,013 hingga 0,259±0,060 (Tabel 4). Didapatkan bahwa antosianin secara relatif menjadi lebih pekat pada penggunaan oven 60°C dibandingkan dengan pengeringan oven suhu 40 dan 50°C (Tabel 2). Lama waktu pengeringan pada suhu 40°C secara konsisten meningkatkan absorbansi dari ekstrak etanolik kulit buah bengalun (Tabel 4), sekalipun fenomena ini tidak terulang pada suhu 50 dan 60°C.

Tabel 4. Pengaruh interaksi suhu dan waktu pengeringan terhadap kadar air, abu, vitamin C, fenol, dan absorbansi warna pada kulit buah bengalun

Perlakuan	K. Air (%)	Vit. C (mg/100 g)	Fenol (mg GAE/Kg)	Abs. Warna ($\lambda=545$ nm)
40°C, 8 jam	7,50±0,33 ^c	55,7±11,5 ^a	713±17 ^a	0,081±0,013 ^a
10 jam	7,68±0,32 ^c	62±7 ^a	850±13 ^b	0,193±0,115 ^a
12 jam	7,56±0,30 ^c	77,9±13,1 ^b	816±18 ^{db}	0,219±0,184 ^a
50°C, 8 jam	7,33±0,10 ^c	71,8±3,6 ^a	861±17 ^c	0,210±0,153 ^a
10 jam	6,64±0,34 ^b	85,6±2,5 ^b	980±7 ^e	0,206±0,130 ^a
12 jam	6,76±0,13 ^b	83,7±20,8 ^b	1,068±3 ^f	0,220±0,067 ^a
60°C, 8 jam	6,73±0,18 ^b	76,9±3 ^b	1,112±8 ^g	0,259±0,060 ^a
10 jam	5,62±0,36 ^a	79,4±4,2 ^b	883±10 ^c	0,250±0,089 ^a
12 jam	5,65±0,33 ^a	82,1±8,7 ^b	1,039±20 ^h	0,246±0,098 ^a

Keterangan: Angka yang sama menandakan tidak berbeda nyata pada taraf α 5%

Setiap buah memiliki preferensi metode pengeringan yang berbeda. Jambu yang dikeringbekukan (*freeze dried*) mengalami perubahan warna yang minimal, akan tetapi pepaya akan berubah menjadi lebih pucat dengan teknik yang sama (Hawllader, 2006). Perubahan kadar polifenol, termasuk di dalamnya pigmen warna, dalam pengolahan pasca panen dapat dipengaruhi oleh glikosilasi, asetilasi, dan metilasi pigmen (Provenzano *et al.*, 2014). Polifenol oksidase (PPO) memiliki peran terbatas dalam menurunkan kadar antosianin oleh sebab gugus glikosida yang dimilikinya (Madrau *et al.*, 2009). Degradasi komponen prosianidin dan antosianin dapat terjadi dikarenakan proses asidolisis (Devic *et al.*, 2010). Selain antosianin, flavonoid yang umum ditemukan pada buah-buahan kaya polifenol adalah kuersetin dan kaemferol dari kelompok flavonol, serta katekin dari kelompok flavanol. Kelompok senyawa polifenol pada kulit buah

bengalun secara total diukur berdasarkan ekivalensi asam galat. Kadar total polifenol pada bengalun adalah 713 ± 17 hingga $1,112 \pm 8$ GAE/Kg (Tabel 4).

Degradasi komponen polifenol kulit buah bengalun diduga disebabkan oleh suhu dan aktivitas enzim PPO. Pada buah aprikot, enzim PPO masih mampu bertahan pada suhu pengeringan hingga 60°C , sehingga polifenol seperti asam hidrosinamat dan katekin mengalami degradasi oksidatif (Madrau *et al.*, 2009). Pengaruh suhu pengeringan terhadap total fenol pada suhu 40 – 60°C adalah berbeda nyata pada suhu 40°C bila dibandingkan dengan total fenol pada pengeringan kulit buah bengalun pada suhu 50 dan 60°C . Diduga, enzim PPO yang ada pada kulit buah bengalun kurang mampu bertahan pada suhu 50°C ke atas. Pengaruh waktu pengeringan terhadap total fenol pada waktu 10 jam adalah berbeda nyata bila dibandingkan dengan total fenol pada pengeringan kulit buah bengalun pada waktu pengeringan 8 dan 12 jam (Tabel 3). Variasi standar deviasi hasil pengukuran yang tinggi menyebabkan tidak terdapat perbedaan yang nyata untuk total fenol kulit buah bengalun pada waktu pengeringan 8 dan 12 jam. Kecepatan degradasi polifenol, diukur dengan standar prosianidin, katekin, dan asam hidrosinamat, ditentukan dari dua faktor yaitu suhu dan waktu. Dibanding dengan faktor waktu, suhu pengeringan merupakan faktor utama yang mempengaruhi degradasi polifenol kulit buah bengalun. Hasil ini serupa dengan pengeringan apel (Devic *et al.*, 2010).

Antioksidan kulit buah bengalun

Nilai IC_{50} aktivitas antioksidan terhadap DPPH dari kulit buah bengalun hasil pengeringan terbaik adalah $252,83 \pm 1,38$ (Tabel 5). Menurut Shekhar *et al.* (2014), IC_{50} merupakan konsentrasi larutan substrat atau sampel yang mampu mereduksi aktivitas DPPH sebesar 50%, dimana semakin kecil nilai IC_{50} berarti semakin tinggi aktivitas antioksidan. Ekstrak bunga rosela dengan pelarut etanol 95% memiliki nilai IC_{50} terhadap DPPH sebesar $1051,72 \pm 184,20$ ppm (Yang *et al.*, 2012).

Tabel 5. Perhitungan IC_{50} antioksidan metode DPPH ekstrak kulit buah bengalun dengan pelarut etanol

Persamaan	r	IC_{50} (ppm)
$y = 0,1199x + 19,818$	0,993	251,73
$y = 0,1195x + 19,941$	0,993	251,54
$y = 0,1201x + 19,482$	0,991	254,11
$y = 0,1201x + 19,503$	0,992	253,93
IC_{50} (ppm) rata-rata		$252,83 \pm 1,38$

Penggunaan pelarut berbeda dapat meningkatkan IC_{50} , dimana ekstrak metanolik dari kulit buah manggis memiliki nilai IC_{50} terhadap DPPH sebesar

$54,95$ ppm (Dungir *et al.*, 2012). Diketahui bahwa hubungan antara total fenolik dengan kemampuan pengikatan DPPH adalah kuat ($r=0,0997$) terutama diidentifikasi berasal dari keberadaan kuersetin dan kaemferol (Genovese *et al.*, 2008).

Kapasitas antibakteri kulit buah bengalun

Beberapa tanaman dari keluarga *Sapindaceae* memiliki aktivitas antibakteria dan antifungi, utamanya dari akar, kulit batang, dan daun (De Lima *et al.*, 2006). Ekstrak n-heksana dari pucuk *Cardiospermum halicacabum*, dalam keluarga *Sapindaceae*, memiliki nilai penghambatan minimum (MIC) $500 \mu\text{g/mL}$ terhadap *S. aureus* (Maregesia *et al.*, 2008). Ekstrak etanolik biji buah *Paullinia cupana*, juga dari keluarga *Sapindaceae*, memiliki MIC terhadap *E. coli* sebesar $32 \mu\text{g/mL}$ (Basile *et al.*, 2005). Daya antimikroba yang lemah dapat diobservasi dari ekstrak etanol dan air kulit buah bengalun pada ketiga konsentrasi yang digunakan. Zona penghambatan pada konsentrasi ekstrak etanol tertinggi adalah $2,05 \pm 0,5$ mm (22,5% kontrol positif) terhadap *E. coli* dan $1,89 \pm 0,02$ mm (18,9% kontrol positif) terhadap *S. aureus*. Ekstrak n-heksana dari kulit buah bengalun tidak menunjukkan adanya aktivitas antimikroba pada konsentrasi yang diujikan (Tabel 6).

Tabel 6. Kapasitas antibakteri ekstrak kulit buah bengalun dengan berbagai pelarut terhadap bakteri uji *S. aureus* dan *E. coli*

Pelarut	Bakteri Uji	Diameter Zona Hambatan (mm)			
		0,5 mg	1,0 mg	1,5 mg	Tetrasiklin 0,5 mg
Etanol 95%	<i>E. coli</i>	$1,26 \pm 0,01$	$1,58 \pm 0,07$	$2,05 \pm 0,07$	$9,00 \pm 0,00$
	<i>S. aureus</i>	$1,11 \pm 0,13$	$1,08 \pm 0,06$	$1,89 \pm 0,02$	$10,03 \pm 0,04$
	<i>E. coli</i>	$0,00 \pm 0,00$	$0,00 \pm 0,00$	$0,00 \pm 0,00$	$9,03 \pm 0,04$
	<i>S. aureus</i>	$0,00 \pm 0,00$	$0,00 \pm 0,00$	$0,00 \pm 0,00$	$9,94 \pm 0,08$
N-heksana	<i>E. coli</i>	$0,88 \pm 0,04$	$0,95 \pm 0,07$	$0,99 \pm 0,22$	$9,00 \pm 0,01$
	<i>S. aureus</i>	$0,80 \pm 0,07$	$0,81 \pm 0,06$	$0,90 \pm 0,01$	$10,01 \pm 0,01$
	<i>E. coli</i>	$0,88 \pm 0,04$	$0,95 \pm 0,07$	$0,99 \pm 0,22$	$9,00 \pm 0,01$
	<i>S. aureus</i>	$0,80 \pm 0,07$	$0,81 \pm 0,06$	$0,90 \pm 0,01$	$10,01 \pm 0,01$

KESIMPULAN

Perlakuan suhu dan lama pengeringan berpengaruh nyata terhadap beberapa parameter yang diujikan, meliputi kadar air, vitamin C, dan total fenol. Bubuk kulit buah bengalun memiliki kadar air berkisar $5,62$ sampai dengan $7,68\%$, vitamin C $55,7 \pm 11,5$ s.d. $85,6 \pm 2,5$ mg/kg, total fenolik 713 ± 17 sampai dengan 1112 ± 8 mg GAE/kg, dan antosianin yang didekati dengan absorbansi warna merah $0,081 \pm 0,013$ sampai dengan $0,259 \pm 0,060$. Kulit buah bengalun yang terbaik dihasilkan dari perlakuan pengeringan suhu 60°C dengan lama

pengeringan 8 jam dengan total fenol sebesar $1,112 \pm 8$ mg GAE/kg dan absorbansi warna merah sebesar $0,259 \pm 0,060$. Nilai aktivitas antioksidan (IC_{50}) terhadap DPPH rata-rata dari produk dengan perlakuan tersebut adalah $252,83 \pm 1,38$ ppm. Dari hasil eksplorasi terhadap aktivitas antibakteri, ekstrak kulit buah bengalun dengan menggunakan pelarut etanol dan air menghasilkan penghambatan yang rendah bila dibandingkan dengan kontrol. Ekstrak kulit buah bengalun dari perlakuan terbaik memiliki diameter hambatan yang berbeda pada *S. aureus* dan *E. coli* terhadap variasi pelarut yang digunakan. Diameter hambatan terhadap *E. coli* dan *S. aureus* yang paling besar dihasilkan oleh ekstrak etanol 95% dengan konsentrasi 1,5 mg dengan diameter hambatan sebesar $2,05 \pm 0,07$ dan $1,89 \pm 0,02$ mm atau 22,77 dan 18,84% dari masing-masing kontrol positif setiap bakteri uji. Ekstrak n-heksana dari kulit buah bengalun tidak mampu menunjukkan adanya aktivitas antimikroba pada konsentrasi yang diujikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan penulis kepada Kemenristekdikti yang telah membiayai penelitian ini dalam skema hibah fundamental tahun 2015-2016 nomor kontrak 197/UN17.16/PG/2015. Data kapasitas antibakteri telah dipresentasikan dalam International Conference on Food, Agriculture, and Culinary Tourism, Agustus 2015 di Samarinda.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1984. AOAC Official Methods of Analysis. di dalam: Sudarmadji S, B Haryono, dan Suhardi. 2007. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Hal: 1-172. Liberty Yogyakarta Bekerja Sama dengan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Basile A, Ferrara L, Del Pezzo M, Mele G, Sorbo S, Bassi P, Montesano D. 2005. Antibacterial and antioxidant activities of ethanol extract from *Paullinia cupana* Mart. J Ethnopharmacol 102: 32–36. DOI: 10.1016/j.jep.2005.05.038.
- Basitah T. 2015. Extraction, characterization and application of natural dyes from the fresh rind of index colour 5 mangosteen (*Garcinia mangostana* L.). Int Scholarly Sci Res Innov 9: 871–874.
- Chinedum E, Kate E, Sonia C, Ironkwe A, Andrew I. 2015. Polyphenolic composition and antioxidant activities of 6 new turmeric (*Curcuma Longa* L.) accessions. Recent Pat Food Nutr Agric 7: 22–
7. DOI: 10.2174/22127 98407666150401104 716.
- Chotimah HENC, Krensnatita S, Miranda Y. 2013. Ethnobotanical study and nutrient content of local vegetables consumed in Central Kalimantan, Indonesia. Biodiversitas 14: 106–111. DOI: 10.13057/biodiv/d140209.
- De Lima MRF, De Souza Luna J, Dos Santos AF, De Andrade MCC, ASant'Ana AEG, Genet J, Marquez B, Neuville L, Moreau N. 2006. Antibacterial activity of some Brazilian medicinal plants. J Ethnopharmacol 105: 137–147. DOI: 10.1016/j.jep.2005.10.026.
- Devic E, Guyot S, Daudin J, Bonazzi C. 2010. Kinetics of polyphenol losses during soaking and drying of cider apples. Food Bioprocess Technol 3: 867–877. DOI: 10.1007/s11947-010-0361-1.
- Dungir SG, Katja DG, Kamu VS. 2012. Aktivitas antioksidan ekstrak fenolik dari kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.). J Mipa Unsrat Online 1: 11–15.
- Genovese MI, Da Silva Pinto M, De Souza schmidt goncalves ae, Lajolo FM. 2008. bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil. Food Sci Tech Int 14: 207–214. DOI: 10.1177/108 2013208092151.
- Gokilamani N, Muthukumarasamy N, Thambidurai M, Ranjitha A, Velauthapillai D. 2013. Utilization of natural anthocyanin pigments as photosensitizers for dye-sensitized solar cells. J Sol-Gel Sci Technol 66: 212–219. DOI 10.1007/s10971-013-2994-9.
- Harun N, Evi R, Meiyanni A. 2011. Karakteristik teh herbal rambut jagung (*Zea mays*) dengan perlakuan lama pelayuan dan lama pengeringan. J Sagu 10: 16–21.
- Hawlder MNA, Perera CO, Tian M, Yeo KL. 2006. Drying of guava and papaya: impact of different drying methods. Dry Technol 24: 77–87. DOI: 10.1080/07373930500538725.
- Kusumaningrum R, Agus S, Siti HRJ. 2013. Karakteristik dan mutu teh bunga lotus (*Nelumbo nucifera*). J Teknol Hasil Perikanan 2: 9–21.
- Lim TK. 2013. *Lepisanthes alata*: Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants 6 (Fruits): 39–41. Springer Science and Business Media, Netherlands. DOI: 10.1007/978-94-007-5628-1_7.
- Lopez J, Uribe E, Vega-Gálvez A, Miranda M, Vergara J, Gonzalez E, Di Scala K. 2010. Effect of air temperature on drying kinetics, vitamin c, antioxidant activity, total phenolic content, non-enzymatic browning and firmness of blueberries variety o'neil. Food Bioprocess Technol 3: 772–777. DOI: 10.1007/s11947-009-0306-8.
- Luzia DMM, Jorge N. 2011. Study of antioxidant activity of non-conventional Brazilian fruits. J

- Food Sci Technol 51: 1167–1172. DOI: 10.1007/s13197-011-0603-x.
- Madrau MA, Piscopo A, Sanguinetti AM, del Caro A, Poiana M, Romeo FV, Piga A. 2009. Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots. *Eur Food Res Technol* 228: 441–448. DOI: 10.1007/s00217-008-0951-6.
- Maregesia SM, Pieters L, Ngassapa OD, Apers S, Vingerhoets R, Cos P, Vanden Berghe DA, Vlietinck AJ. 2008. Screening of some tanzanian medicinal plants from bunda district for antibacterial, antifungal and antiviral activities. *J Ethnopharmacol* 119: 58–66. DOI: 10.1016/j.jep.2008.05.033.
- Marfil PHM, Santos EM, Telis VRN. 2008. Ascorbic acid degradation kinetics in tomatoes at different drying conditions. *LWT-Food Sci Technol* 41: 1642–1647. DOI: 10.1016/j.lwt.2007.11.003.
- Mirfat AHS, Umi KHZ. 2014. Proximate composition of Malaysian underutilised fruits. *J Tropical Agric Food Sci* 42: 63–71.
- Mun'im A, Hanani E, Mandasari A. 2008. Pembuatan teh herbal campuran kelopak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa*) dan herba seledri (*Apium graveolens*). *Majalah Ilmu Kefarmasian* 5: 47–54. DOI: 10.7454/psr.v5i1.3418.
- Purnomo. 2013. Pemanfaatan Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai Teh Berkhasiat. [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Riau, Riau.
- Provenzano S, Spelt C, Hosokawa S, Nakamura N, Brugliera F, Demelis L, Geerke DP, Schubert A, Tanaka Y, Quattrocchio F, Koes R. 2014. Genetic control and evolution of anthocyanin methylation. *Plant Physiol* 165: 962–977. DOI: 10.1104/pp.113.234526.
- Rahmadi A, Abdiah I, Sukarno MD, Purna NT. 2013. Karakteristik fisiokimia dan antibakteri virgin coconut oil hasil fermentasi bakteri asam laktat. *J Teknol Industri Pangan* 24: 151–156. DOI: 10.6066/jtip.2013.24.2.178.
- Santos PHS, Silva MA. 2008. Retention of vitamin C in drying processes of fruits and vegetables - a review. *Dry Technol* 26: 1421–1437. DOI: 10.1080/07373930802458911.
- Sepdahlia. 2013. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol kulit buah langsung (*Lansium domesticum* Cor.) terhadap *Shigella flexneri*. *J Mahasiswa PSPD FK Universitas Tanjungpura* 3: 173. <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jfk/article/view/3785> [22 April 2016].
- Setyowati FM, Riswan S, Susiarti S. 2005. Etnobotani masyarakat dayak ngaju di daerah timpah kalimantan tengah. *J Tek Ling P3L-BPPT* 6: 502–510.
- Shekhar, TC, Anju G. 2014. Antioxidant activity by DPPH radical scavenging method of *Ageratum conyzoides* Linn. leaves. *Am J Ethnomed* 1: 244–249.
- Simanjuntak L, Chairina S, Fatimah. 2014. Ekstraksi pigmen antosianin dari kulit naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *J Teknik Kima* 3: 25–29.
- Vega-Gálvez A, Lemus-Mondaca R, Tello-Ireland C, Miranda M, Yagnam F. 2009. Kinetic study of convective drying of blueberry variety o'neil (*Vaccinium corymbosum*). *Chil J Agr Res* 69: 171–178. DOI: 0.4067/S0718-58392009000200006.
- Wisitsak P, Nimkamnerd J, Thitipramote N, Saewan N, Chaiwut P, Pintathong P. 2012. Comparison of the Bioactive Compounds and Their Activities between Longan and Litchi Seeds Extracts. *Proceeding. 1st Mae Fah Luang University International Conference, Thailand*.
- Yang L, Gou Y, Zhao T, Zhao J, Li F, Zhang B, Wu X. 2012. Antioxidant capacity of extracts from calyx fruits of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Afr J Biotechnol* 11: 4063–4068. DOI: 10.5897/AJB11.2227.
- Yeo SC, Awang Noor AG, Lee PC. 2013. The estimation of economic benefits of urban trees using contingent valuation method in Tasik Perdana, Kuala Lumpur. *Pertanika J Trop Agric Sci* 36: 99–114.
- Zhou L, Cao Z, Bi J, Yi J, Chen Q, Wu X, Zhou M. 2016. Degradation kinetics of total phenolic compounds, capsaicinoids and antioxidant activity in red pepper during hot air and infrared drying process. *Int J Food Sci Technol* 51: 1365–2621. DOI: 10.1111/ijfs.13050.